Aus dem physikalischen Institut der Universität Breslau.

Untersuchungen über die magnetische Drehung der Polarisationsebene im nichtleuchtenden Natriumdampf.

Auszug aus einer Schrift
zur
Erlangung der Doktorwürde
bei der
Hohen Philosophischen Fakultät der Schles. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

vorgelegt von

Rudolf Minkowski.

Promotion: Sonnabend, den 2. Juli 1921, vormittags $^{1}/_{2}$11 Uhr in der Aula Leopoldina.

Vortrag:
Moderne Anschauungen über die Atomgewichte auf Grund physikalischer Untersuchungen.

HOCHSCHULVERLAG BRESLAU

Schles. Buchdruckerei- und Verlagsgesellschaft m. b. H. (Karl Vater & Co)
Breslau 10, Matthiasstraße 12

Lebenslauf.

Ich, Rudolf Leo Bernhard Minkowski, Sohn des Geh. Med.-Rats Prof Dr. Oskar Minkowski und seiner Frau Marie, geb. Siegel, bin am 28. Mai 1895 zu Straßburg i. Els. geboren. Ich besuchte das Gymnasium in Köln, Greifswald und Breslau, wo ich Ostern 1913 am Johannesgymnasium das Zeugnis der Reife erhielt. Darauf studierte ich Physik an den Universitäten Breslau und Berlin. Vom September 1914 bis Dezember 1918 stand ich im Heeresdienst und erhielt 1916 das E. K. II.

Allen meinen hochverehrten Lehrern danke ich herzlichst für die mir in reichem Maße gewährte Unterweisung und Anregung.

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Ladenburg ausgeführt, dem ich für seine vielfachen Ratschläge und das Interesse, das er an der Durchführung der Versuche nahm, zu besonderen Danke verpflichtet bin.

Herrn Geheimrat Lummer danke ich für die große Liebenswürdigkeit, mit der er mir die Mittel des Instituts zur Verfügung gestellt hat.

Berichterstatter: Geheimrat Prof. Dr. Lummer.

Rigorosum: 1. Juni 1921.

Gedruckt mit Genehmigung der Philosophischen Fakultät der Universität Breslau

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, die magnetische Drehung der Polarisationsebene in der Nähe der D-Linien des Natriums in reinem gesättigtem Metalldampf im Vakuum unter scharf definierten und reproduzierbaren Bedingungen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur zu untersuchen. In der Sprache der klassischen Elektronentheorie der Dispersion handelt es sich um absolute Messungen der Zahl $\mathfrak{N}$ der Dispersionselektronen. Die Berechnung dieser Zahl aus der in einem Abstand δ vom Linienschwerpunkt gemessenen Drehung χ erfolgte auf Grund der von W. Voigt gegebenen Formeln, die bei genügend großem δ die folgende Form annehmen:

$$\text{für } D_1 \qquad \chi = \frac{\rho_1 \cdot l \, \frac{2}{3} \, \frac{e}{m} \, R_0}{4\, c \left(\frac{2 \pi\, c\, \delta_1}{\lambda^2}\right)^2}$$

$$\text{für } D_2 \qquad \chi = \frac{14\, \rho_2\, l \cdot \frac{1}{6} \, \frac{e}{m} \, R_0}{16\, c \left(\frac{2 \pi\, c\, \delta_2}{\lambda^2}\right)^2}$$

Dabei ist $\rho = 4 \pi \mathfrak{N} \frac{e^2}{m}$, e und m Ladung und Masse des Elektrons, R_0 die Feldstärke und l die Schichtlänge. Der gleichzeitigen Wirkung beider Linien wurde Rechnung getragen durch die Annahme, daß die gesamte Drehung sich additiv aus den von D_1 und D_2 hervorgerufenen Drehungen zusammensetzt. Die auf diese Weise erhaltenen Formeln lauten nach Einsetzen der Zahlenwerte

$$\rho_{D1} = \frac{5{,}240 \cdot 10^{25}}{R_0\, l}\, \chi \, \frac{\frac{1}{\delta_2^2} - \frac{1}{(\delta_1 + 6)^2}}{\frac{1}{\delta_1^2\, \delta_2^2} - \frac{1}{(\delta_1 + 6)^2\, (\delta_2 + 6)^2}}$$

$$\rho_{D2} = \frac{5{,}987 \cdot 10^{25}}{R_0\, l}\, \chi \, \frac{\frac{1}{\delta_1^2} - \frac{1}{(d_2 + 6)^2}}{\frac{1}{\delta_1^2\, \delta_2^2} - \frac{1}{(\delta_1 + 6)^2\, (\delta_2 + 6)^2}}$$

Diese Formeln, die die schon von früheren Beobachtern festgestellte Unsymmetrie des Effektes quantitativ wiedergeben, wurden zur Berechnung von ρ benutzt.

Der Natriumdampf befand sich in evakuierten, an den Enden zur besseren Durchsicht kugelig aufgeblasenen Glasrohren von ca. 7 cm Länge, in die sorgfältig gereinigtes Natrium durch Destillation im Hochvakuum eingeführt wurde. Die Rohre wurden in einem elektrischen Ofen auf konstanter Temperatur ($\pm$ 0,1°) gehalten. Die Temperaturmessung erfolgte mit einem Silber-Konstantanthermoelement, das an den Siedepunkten von Wasser, Naphtalin (218,0°), Benzophenon (305,9) und Schwefel (444,5°) geeicht wurde. Die mittlere Feldstärke des Magneten betrug ca. 1200 Gauss; die Ausmessung des Feldes erfolgte mittels der Induktion auf eine kleine Spule, die im Magnetfeld um 180° gedreht wurde.

Die Messung der Drehung erfolgte mit der Savartschen Platte, bei großen Dampfdichten auch mit gekreuzten Nikols mit Hilfe photographischer Aufnahmen. Die Resultate von H. Senftleben über die Zuverlässigkeit dieser Methoden und über die Unbrauchbarkeit der bisher am häufigsten benutzten Methode des Quarzdoppelkeils wurden in vollem Umfang bestätigt.

Durch Kontrollversuche wurde festgestellt, daß die Resultate durch Verunreinigungen des Na und durch die chemische Reaktion mit dem Glase nicht beeinflußt sind.

Es ergab sich, daß von 509° bis 680° abs die der Dampfdruckgleichung analogen Formeln

$$\log \rho_1 = -\frac{5130}{T} + 32,36$$

$$\log \rho_2 = -\frac{5130}{T} + 32,66$$

die Beobachtungen mit ausreichender Genauigkeit wiedergeben. Das Verhältnis $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ ergibt sich unabhängig von der Temperatur zu 2,03 $\pm$ 0,9.

Durch einen Versuch, bei dem das Licht von den Wellenlängen der D-Linien durch ein zweites vorgeschaltetes Rohr mit Na-Dampf ausgelöscht war, wurde nachgewiesen, daß in Übereinstimmung mit theoretischen Überlegungen auf dem Boden der Quantentheorie die Größe der Magnetorotation unabhängig von der Intensität des einfallenden Lichtes von den Wellenlängen der D-Linien ist.

Unter der von der Theorie geforderten Annahme, daß das Verhältnis der Atomzahl zur Zahl der Dispersionselektronen konstant ist, ist die Kurve zwischen ρ und T als relative Dampfdruckkurve anzusehen, so daß aus ihrer Neigung die Verdampfungswärme λ des Na berechnet werden konnte. Es ergab sich im Temperaturintervall von 509° bis 680° abs

$$\lambda = 26000 - 2{,}34\ T$$

mit einer Genauigkeit von 1 bis 2%. Diese Größe war bisher nur angenähert bekannt, sie ist für die moderne Atomtheorie von Bedeutung. Bei bekanntem Dampfdruck ist es möglich, aus den vorliegenden Messungen Wahrscheinlichkeitsfaktoren für den Übergang des Na-Atoms aus dem Resonanzzustand in den Normalzustand zu bestimmen.

Durch Messungen von ρ an einem mit K-Na Legierung beschickten Rohr wurde gezeigt, daß mit Hilfe magnetorotatorischer Messungen Partialdrucke des Na gemessen werden können.